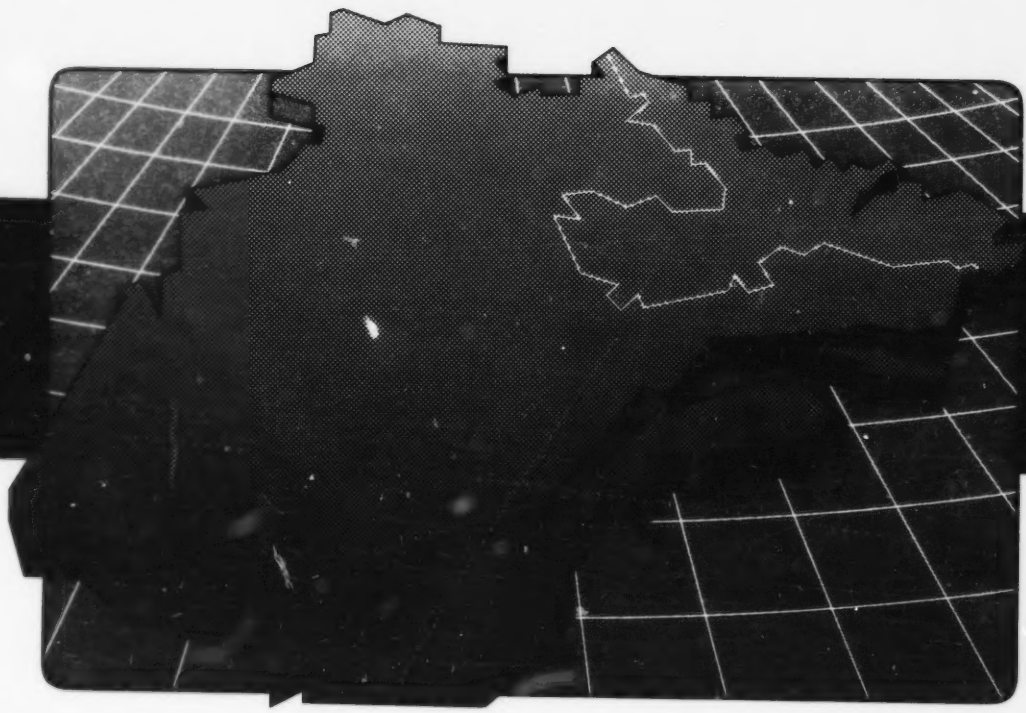
Gouvernement du Québec
Ministère de l'Énergie et des Ressources
Direction générale de l'Exploration géologique et minérale

Géologie de la région de Bonnécamp

Par
G. Amyot



ET 85–07 1986

87-02571/

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Énergie et des Ressources
Direction générale de l'Exploration géologique et minérale

Géologie de la région de Bonnécamp

Par

G. Amyot

ET 85-07

1986

DIRECTION GÉNÉRALE DE L'EXPLORATION GÉOLOGIQUE ET MINÉRALE
Sous-ministre adjoint : A.F. Laurin

DIRECTION DE LA RECHERCHE GÉOLOGIQUE
Directeur : J.-L. Caty

SERVICE DE LA GÉOLOGIE
Chef : J. Cimon

Manuscrit soumis le 84-04-15
Accepté pour publication le 84-04-24

Lecteur critique
Brian Skidmore

Éditeur
Géomines Ltée

Préparé par la Division de l'Édition (Service de la Géoinformation, DGEGM)

Dépôt légal - 2e trimestre 86
Bibliothèque nationale du Québec
ISBN 2-550-12535-5
©Gouvernement du Québec. 1986

RÉSUMÉ

La région étudiée dans ce rapport se situe immédiatement à l'ouest de Murdochville, dans la péninsule gaspésienne. Elle couvre une superficie de 300 km^2, à l'intérieur des cantons de Bonnécamp, de Holland et de Larivière. Cette étude fait suite au levé de terrain effectué lors de l'été 1983.

Les roches de la région consistent en sédiments d'âge Dévonien et Silurien recoupés d'intrusions d'âge Post-Dévonien inférieur. Six principales unités sédimentaires ont été identifiées soit, de la base au sommet de la séquence : la Formation de Saint-Léon, principalement constituée de siltstone incorporant des lits de calcaire argileux ; le faciès de Lesseps, constitué de mudstone plus ou moins carbonaté, stratigraphiquement équivalent à la Formation de Forillon ; la Formation de Shiphead, composée de mudstone bentonitique, de calcaire argileux ou silicieux et de lits de grès ; la Formation d'Indian Cove, constituée de calcaire, soit silteux , soit cherteux ; la Formation de York Lake, où l'apport terrigène plus important résulte en une alternance de lits de grès, de mudstone calcareux et de calcaire ; et finalement, la Formation de York River constituée de grès et de mudstone.

Lors de l'orogénèse acadienne, au Dénovien supérieur, toutes ces unités ont été plissées et faillées. Les axes des plis majeurs et mineurs sont tous orientés NE-SW ; ces plis présentent un double plongement très faible. Des failles normales N-S recoupent les plis majeurs, de même que des failles inverses orientées E-W.

Du point de vue économique, seules les minéralisations de type skarn des Mines Gaspé présentent un réel intérêt. Quelques faibles indices de pyrite et de chalcopyrite ont été relevés dans la région ; ils sont généralement associés au métasomatisme ayant accompagné la mise en place d'intrusions felsiques et diabasiques.

Suite à cette étude, il semble que la séquence sédimentaire de la région de Bonnécamp soit le résultat d'une sédimentation terrigène interrompue de niveaux carbonatés, son milieu de dépôt étant moins profond que celui de la séquence stratigraphique équivalente plus à l'est.

Table des matières

Page

RÉSUMÉ III

INTRODUCTION 1
- Cadre physique 1
- Méthode de travail 2
- Géologie générale 2
- Travaux antérieurs 2
- Remerciements 2

STRATIGRAPHIE 3
- Groupe de Chaleurs 3
  - Formation de Saint-Léon et/ou d'Indian Point (unité 1) 3
- Calcaires supérieurs de Gaspé 3
  - Faciès de Lesseps (unité 2) 3
  - Formation de Shiphead (unité 3) 5
  - Formation d'Indian Cove (unités 4a et 4b) 5
- Grès de Gaspé 6
  - Formation de York Lake (unités 5a et 5b) 6
  - Formation de York River (unité 6) 7
- Roches intrusives 7
  - Diabases et felsites (unités 7 et 8) 7

GÉOLOGIE STRUCTURALE 9

PALÉOGÉOGRAPHIE ET MILIEUX DE DÉPÔT 11

MÉTASOMATISME ET GÉOLOGIE ÉCONOMIQUE 13

CONCLUSIONS 15

RÉFÉRENCES 17

ANNEXE :
- 1A – Résultats des analyses chimiques de diabases 19
- 1B – Localisation des affleurements analysés 19

CARTE GÉOLOGIQUE :
- N°2019 – Région de Bonnécamp (1:50 000) ..... hors texte

LISTE DES FIGURES

1 – Localisation de la région mise en carte 1
2 – Nomenclature et stratigraphie globale de la région de Bonnécamp 4

3 – Calcaires de la Formation de Shiphead, au sud de Murdochville 5
4 – Calcaires de la Formation d'Indian Cove, au sud de Murdochville 6
5 – Contact entre les Formations d'Indian Cove et de York Lake dans l'excavation du mont Copper 6
6 – Dyke de diabase traversant les strates de la Formation d'Indian Cove, au sud de Murdochville 7
7 – Diagrammes statistiques structuraux 9
8 – Coupe structurale 10

Introduction

Ce rapport décrit la géologie des roches siluriennes et dévoniennes de la région de Bonnécamp. Une carte à l'échelle de 1:50 000 complète les descriptions. Ce travail fait suite au levé de terrain effectué à l'été 1983.

Cette région présente un intérêt particulier puisqu'elle englobe le gisement des Mines Gaspé, le plus important gisement de cuivre des Appalaches du Québec. Nos travaux s'inscrivent donc dans une étude globale des zones minéralisées du centre-nord de la Gaspésie, ayant pour but de déterminer la génèse de ces minéralisations.

Cadre physique

La région se situe directement à l'ouest de Murdochville (figure 1). Elle comprend la presque totalité du canton de Bonnécamp et une partie des cantons de Holland et de Larivière. La zone de l'étude est limitée par les latitudes 48°50' et 49°03' et les longitudes 65°30' et 65°45'. Au nord, cette limite correspond au contact limitant les strates des Calcaires supérieurs de Gaspé de celles du Groupe de Chaleurs. La région englobe certaines propriétés des Mines Gaspé dont les excavations des monts Copper et de l'Aiguille.

La région de Bonnécamp, d'une superficie de 300 km^2, est accessible par la route 198 qui joint Murdochville à l'Anse-Pleureuse et par la route du lac Sainte-Anne qui joint Murdochville à la route 199 (figure 1). Les travaux de coupe de bois facilitent l'accès sur quelques 5 km de profondeur, de part et d'autre de la route 199. Le reste de la région n'est accessible qu'en hélicoptère ou à pied.

La zone d'étude se situe sur une ligne de partage des eaux et le réseau hydrographique y est peu développé. Les rivières Bonaventure et Saint-Jean, qui prennent leur source dans le territoire étudié, coulent vers le sud, alors que la rivière des Béland et le ruisseau Alcide, affluents de la rivière Madeleine, coulent vers le nord.

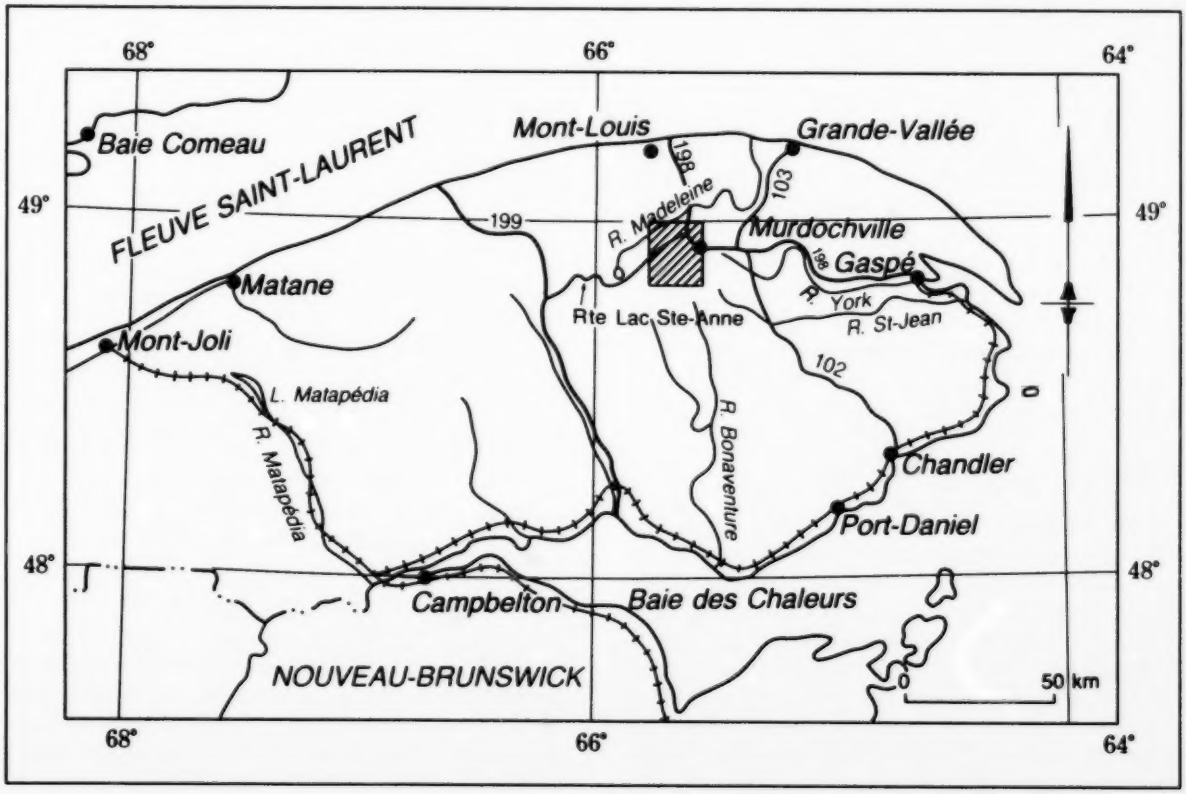


FIGURE 1 – Localisation de la région mise en carte.

Méthode de travail

Lors de notre levé, les cours d'eau, les escarpements, les routes et les chemins forestiers ont fait l'objet d'investigations. Nous avons également exécuté des cheminements à la boussole dans le secteur situé au sud-est du mont Béland. Comme les activités forestières modifient régulièrement l'aspect des lieux, nous avons dû utiliser des photographies aériennes aux échelles de 1:15 000 (1975), de 1:40 000 (1979) et de 1:20 000 (hiver 1982-83) pour la mise en carte.

Une soixantaine de lames minces ont été examinées et une vingtaine d'échantillons de diabase ont été analysés pour les éléments majeurs par le Centre de Recherche minérale. Les résultats concernant les diabases sont présentés en annexe. Nos stéréogrammes présentés à la figure 7 ont été calculés et tracés par ordinateur à l'aide du programme de traitement structural STATIS.

Géologie générale

Le territoire étudié est formé de sédiments siluriens et dévoniens qui sont recoupés de plutons, de dykes et de filons-couches du Post-Dévonien inférieur. Les strates sont peu déformées comparativement aux strates du Cambro-Ordovicien, plus au nord. Elles n'ont subi qu'une phase de déformation, lors de l'orogénèse acadienne. Les principaux plis sont orientés NE-SW, suivant l'axe du synclinorium de Connecticut Valley-Gaspé, lequel englobe notre région. Des failles normales et inverses disloquent ces plis. La séquence sédimentaire est surtout constituée de mudstone plus ou moins calcareux, de calcaire, de siltstone et de grès. Elle repose en concordance sur des strates du Groupe de Chaleurs, mises en carte par Lachambre (dans Lachambre 1986) et interprétées comme des sédiments d'eau peu profonde. Le gisement cuprifère de Murdochville, est associé à un réseau de fractures développé dans une zone de métamorphisme causé par des intrusions.

Travaux antérieurs

La région a déjà été étudiée en grande partie par Jones (1931), lequel y avait reconnu des roches ignées, des zones d'altération et des roches sédimentaires qu'il n'a pas subdivisées. McGerrigle (1959), dans son rapport sur la région de la rivière Madeleine a étudié la partie nord de la région, y compris la zone d'altération autour des monts Copper, Porphyre et de l'Aiguille. Il y divise les roches sédimentaires en trois formations : Saint-Léon (Siluro-Dévonien), Cap Bon Ami et Grande Grève (Dévonien inférieur). McGerrigle (op. cit.) décrit une série de synclinaux et d'anticlinaux dont les synclinaux de Champou et de Bonnécamp et l'anticlinal de Béland, orientés NE-SW et présentant des doubles plongements. Il reconnaît également un filon-couche de 4 km de longueur entre le ruisseau Burnwood et la partie amont de la rivière Bonaventure ouest.

Brummer (1966) a effectué une étude du quart NW du canton de Holland, à l'est de notre région. Il reconnaît lui-aussi, à l'ouest de Murdochville, les formations de Cap Bon Ami et de Grande Grève et il propose la présence de plusieurs failles est-ouest, au sud de cette ville. Sur la carte de compilation de la Gaspésie (Skidmore, 1967), les terrains qui font l'objet de notre étude appartiennent tous aux formations de Saint-Léon, de Cap Bon Ami et de Grande Grève, à l'exception d'une intrusion de felsite, d'âge incertain, qui correspond au mont Brown.

Lachambre (1986), lors de sa mise en carte du Groupe de Chaleurs dans la région de la rivière Madeleine, a précisé le tracé du contact entre les Calcaires supérieurs de Gaspé et le Groupe de Chaleurs, au nord de la région. Rouillard (1984b) y a établi une stratigraphie plus détaillée des Calcaires supérieurs de Gaspé. Il y reconnaît les quatre formations définies plus à l'est par Lespérance (1980a) et par Jones (1936), soit les formations de Forillon, de Shiphead, d'Indian Cove et de York Lake. Les trois premières représentent les Calcaires supérieurs de Gaspé, alors que la formation de York Lake appartient à la base des Grès de Gaspé. Pendant l'été 1983, la région du canton de Holland, attenante à la région de Bonnécamp, a été mise en carte par Rheault (1984). Nos travaux dans la région de Bonnécamp ont déjà fait l'objet d'une carte annotée (Amyot, 1984).

Depuis 1940, cette région qui porte l'un des plus importants gisements de cuivre de l'est de l'Amérique du Nord, est la cible de nombreux prospecteurs. Une trentaine de compagnies d'exploration y ont effectué ou effectuent encore divers travaux de géochimie, de géophysique et de forage. Les Mines Gaspé produisent du cuivre, du molybdène et de l'argent.

Remerciements

Nous tenons à remercier le géologue Jean Halde et les étudiants en géologie François Gaboury et John Pukas pour leur participation aux travaux de terrain. Nous remercions aussi Daniel Brisebois, du Ministère de l'Énergie et des Ressources, pour ses critiques positives tout au long des travaux, de même que l'équipe de SOQUEM-Gaspésie pour nous avoir facilité la tâche dans la région du mont Brown.

Stratigraphie

La séquence siluro-dévonienne de la région de Bonnécamp comprend, de la base au sommet, des formations du Groupe de Chaleurs, des Calcaires supérieurs de Gaspé et des Grès de Gaspé (figure 2).

Groupe de chaleurs (sensu Bourque, 1975)

FORMATION DE SAINT-LÉON ET/OU D'INDIAN POINT (unité 1)

Cette unité est la plus ancienne du secteur étudié. Elle est située au sommet du Groupe de Chaleurs. Elle porte le nom de Formation d'Indian Point lorsqu'elle recouvre la Formation de West Point. Quand la Formation de West Point est absente, tous les sédiments terrigènes et les quelques calcaires qui recouvrent la Formation de Laforce et de Sayabec sont appelés Formation de Saint-Léon (Bourque, 1977).

Cette unité a été reconnue sur les crêtes de l'anticlinal de Béland et sur le flanc nord du synclinal de Bonnécamp. Les données actuelles dissimulent la formation sous-jacente à la Formation de Saint-Léon et/ou d'Indian Point sur les crêtes de l'anticlinal de Béland. L'interprétation paléogéographique (Bourque, communication personnelle) porte à croire que les strates de la Formation de West Point n'y existent pas et que ces roches du Groupe de Chaleurs appartiennent à la Formation de Saint-Léon. Le Groupe de Chaleurs qui affleure sur le flanc nord du synclinal de Bonnécamp, a été mis en carte par Lachambre (1986) ; celui-ci y a reconnu la présence de la Formation de West Point dans la moitié occidentale de la bande. Les sédiments terrigènes de la partie supérieure du Groupe de Chaleurs, dans ce secteur, peuvent donc être attribués à la Formation d'Indian Point.

Le contact avec les formations sus-jacentes des Calcaires supérieurs de Gaspé n'affleure pas sur le territoire étudié. Cependant, le passage rapide d'une unité à l'autre et le parallélisme des couches indiquent un contact net et concordant.

Le Saint-Léon comprend des siltstones rouges et verts, interlités avec quelques niveaux de calcaire argileux nodulaire. Les siltstones, dont les affleurements sont de piètre qualité, sauf sur la route 198, révèlent localement une structure laminaire et des rides de courant entrecroisées (1 à 2 cm de hauteur). Ils ont un ciment calcaire et contiennent quelques rares fragments de crinoïdes et de coraux. L'examen pétrographique révèle que le ciment est constitué par une microsparite.

Les calcaires nodulaires se présentent en lits de 2 à 5 cm. L'examen pétrographique indique qu'ils sont constitués de sparite un peu silteuse ; aucun fragment fossilifère n'y a été observé.

Calcaires supérieurs de Gaspé (sensu Lespérance, 1980a)

Nous utilisons ici la nomenclature tripartite employée par Rouillard (1984a, b) plutôt que la terminologie bipartite utilisée par McGerrigle (1959). Ce dernier attribuait à la Formation de Cap Bon Ami, les roches argileuses de la base de la séquence et à la Formation de Grande Grève, l'interstratification de calcaire cherteux et siliceux du sommet. Rouillard (op. cit.) prolonge vers l'ouest les membres des Calcaires supérieurs de Gaspé définis sur la péninsule de Forillon par Russel (1946 et 1976). Ces membres avaient déjà été élevés au rang de formation et cartographiés jusqu'à Murdochville par Lespérance (1980a et b). La nomenclature tripartite est plus précise et reflète mieux les assemblages observés sur le terrain.

Suivant cette nomenclature (Lespérance 1980a), les Calcaires supérieurs de Gaspé se subdivisent en formations de Forillon, de Shiphead et d'Indian Cove. Ces roches sont considérées comme une séquence de calcaire argileux et siliceux dont la partie médiane (Formation de Shiphead), hétérogène, contient beaucoup de matériaux terrigènes. En suivant ces formations vers l'ouest, Lespérance (op. cit.) a remarqué que la Formation de Forillon devient plus argileuse. D'ailleurs, dans le canton de Lesseps, le journal du sondage MER-83-1 (Morin, 1985), du Service des programmes d'aide à l'exploration minière du Ministère de l'Énergie et des Ressources, révèle la présence de mudstone noir, calcareux, à un niveau stratigraphique équivalent à la Formation de Forillon. Rouillard (1984b) a reconnu ce faciès argileux en surface et il l'a nommé faciès de Lesseps.

Dans le canton de Bonnécamp, c'est le faciès de Lesseps qui constitue l'unité inférieure des Calcaires supérieurs de Gaspé. Il est recouvert par deux unités qui correspondent, du point de vue lithologique, aux formations de Shiphead et d'Indian Cove.

FACIÈS DE LESSEPS (unité 2)

Ce faciès affleure très bien dans le ruisseau Burntwood et sur la route 198 en direction de l'Anse-Pleureuse. Ailleurs, les affleurements sont rares et mal exposés. Le contact avec la formation sous-jacente (formation de Saint-Léon et/ou d'Indian Point) est net.

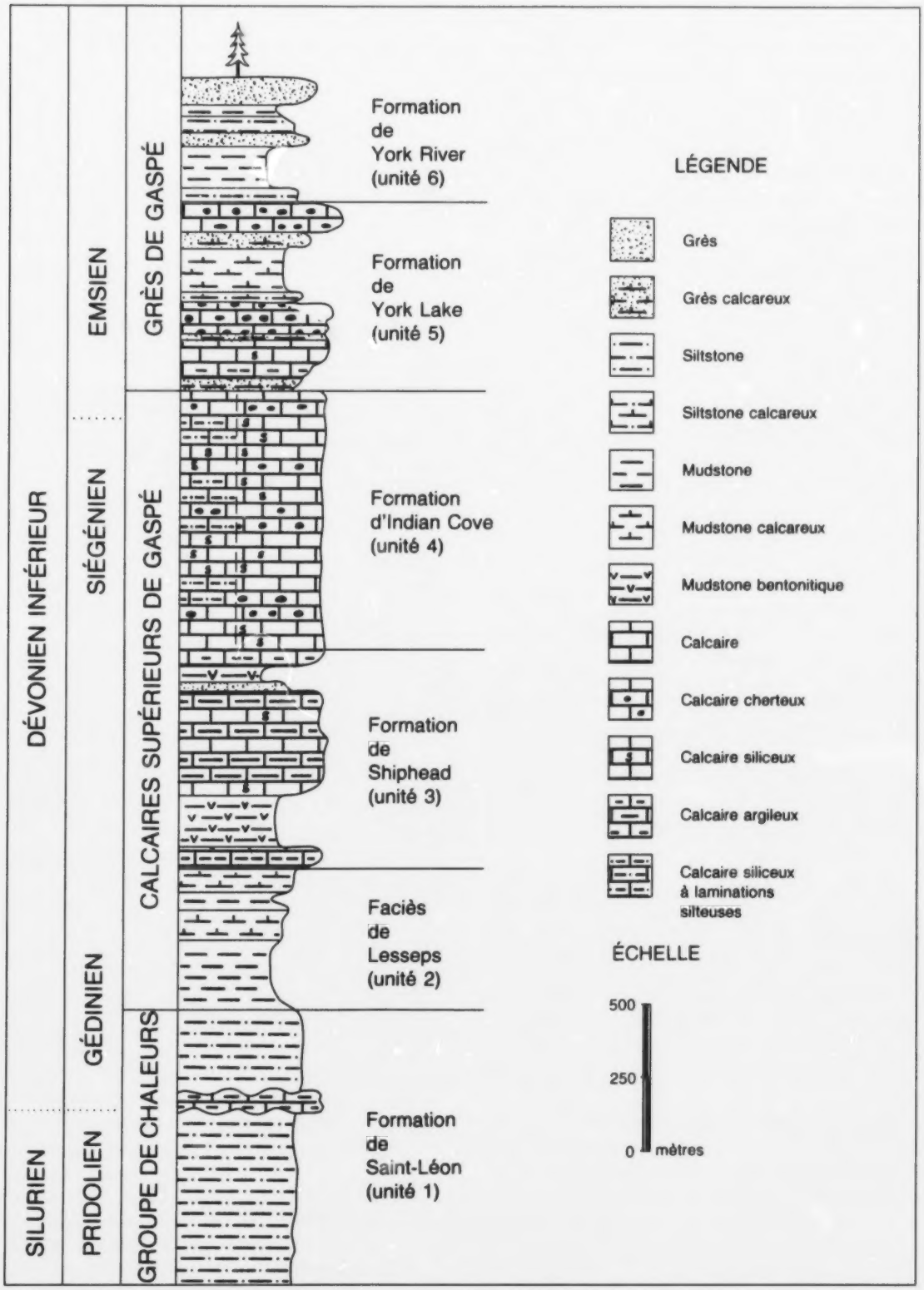


FIGURE 2 – Nomenclature et stratigraphie globale de la région de Bonnécamp.

Ce faciès est constitué de mudstone noir, peu ou pas calcareux, se présentant en bancs de 10 à 20 cm d'épaisseur, recoupés par le clivage régional. Ce mudstone noir est interstratifié avec un mudstone foncé, calcareux, se débitant en plaquettes de 4 à 5 mm d'épaisseur. Les mudstones calcareux apparaissent surtout au sommet du faciès et laissent prévoir une formation sus-jacente plus calcareuse.

L'examen en lames minces indique des traces de matière organique et la présence de microlentilles dolomitiques dans les mudstones peu calcareux. Le contenu calcaire des mudstones calcareux est micritique. Les fossiles sont absents de cette unité.

Ce faciès a une épaisseur approximative de 50 m au nord-ouest et de 180 m au nord-est de la région. Au sud de l'anticlinal de Béland, il atteint 400 m d'épaisseur.

FORMATION DE SHIPHEAD (unité 3)

Cette formation affleure très bien au sud du ruisseau Burntwood et dans les tranchées de SOQUEM, au nord-est du mont Brown. Elle est en contact graduel avec le faciès sous-jacent. Dans la région étudiée, nous avons défini le contact inférieur de la Formation de Shiphead à l'apparition du premier lit de calcaire. Celui-ci correspond à la disparition des mudstones noirs, peu ou pas calcareux, du faciès de Lesseps.

La formation de Shiphead est constituée de calcaire argileux et de calcaire siliceux (figure 3) incorporant des niveaux de mudstone gris brunâtre, altéré verdâtre, fortement bioremanié et interstratifié avec des volcanoclastites.

FIGURE 3 – Interstratification de calcaire argileux et siliceux de la Formation de Shiphead (unité 3) ; à l'ouest des haldes de déchets chimiques, au sud de Murdochville.

Dans cette formation, argilo-calcareuse, on retrouve aussi quelques lits d'une vingtaine de centimètres d'épaisseur, composés de calcarénite, de conglomérat calcaire ou de grès très fin. La limite supérieure de la Formation de Shiphead est tracée à l'endroit correspondant à la disparition des mudstones et des calcaires argileux.

Les calcaires durs et siliceux sont des micrites ou des microsparites. Les lames minces contiennent de la silice dissiminée (0-5%), des silts (5-10%), des rhomboèdres de dolomie détritique (1-5%) et localement des plages de microchert. Les calcaires argileux sont micritiques et micacés. Ces strates contiennent des spicules, des fragments de trilobites, d'ostracodes et de crinoïdes ; ces derniers apparaissent souvent silicifiés ou rouillés.

Les mudstones, dont l'épaisseur des bancs varie de 5 cm à 2 m, ont un aspect savonneux et contiennent des lits de bentonite de 5 à 10 cm d'épaisseur. Leur examen pétrographique révèle des fragments fossilifères (25%), des grains de quartz déformés d'origine volcanique (10%) et des plagioclases (1%), dans une matrice argileuse.

Les calcarénites et les conglomérats ont des textures de « wackestone ». Ils sont constitués de fragments de crinoïdes, de coraux, de stromatopores et d'arthropodes, dans une matrice de micrite silteuse.

Les grès sont des « wackes » quartziques ; ils contiennent moins de 1% de plagioclase et de mica. Les grains sont liés par de la micrite argileuse, sauf au nord du mont Brown où le métamorphisme a transformé la micrite en microchert. On y retrouve également quelques fragments fossilifères.

La Formation de Shiphead, dont l'épaisseur varie de 120 à 350 m du NW au NE, atteint 600 m dans le sud du territoire.

FORMATION D'INDIAN COVE (unitéa 4a et 4b)

Cette formation, dont les affleurements sont nombreux et bien exposés, est une unité très distincte constituée de calcaire siliceux et cherteux. La limite inférieure de la formation a été tracée à l'endroit de la disparition des mudstones et des calcaires argileux de la Formation de Shiphead. La limite supérieure est tracée à l'apparition de lits de grès.

Sur le terrain, deux faciès de cette formation ont été reconnus : un faciès oriental (4a) siliceux et cherteux, et un faciès occidental (4b) plus silteux. Dans la partie orientale de la région (unité 4a), on observe des calcaires siliceux contenant souvent de petits nodules cherteux et toujours de gros nodules (20 cm de longueur par 10 cm d'épaisseur) reconnus par une altération dolomitique (figure 4). Les calcaires à nodules cherteux apparaissent en lits ondulants de 1 à 5 cm d'épaisseur et constituent 80% de la formation. Les lits siliceux, sans nodule cherteux, peuvent atteindre 40 cm d'épaisseur.

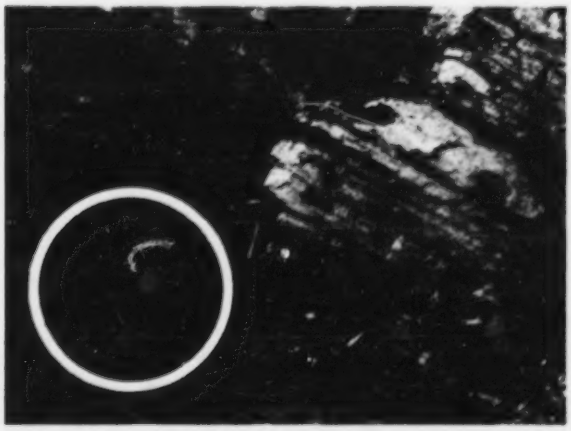


FIGURE 4 – Calcaire à petits nodules cherteux (agrandissement en médaillon) et à gros nodules dolomitiques de la Formation d'Indian Cove (unité 4a) ; à l'ouest des haldes de déchets chimiques au sud de Murdochville.

Quelques lits de volcanoclastites bentonitiques, semblables à ceux de la Formation de Shiphead, s'intercalent dans ces strates.

À l'ouest (unité 4b), on retrouve des calcaires à nodules cherteux (20%), des lits épais de calcaire siliceux sans nodule cherteux (20%), des calcaires siliceux à laminations silteuses, en lits de 4 à 5 cm d'épaisseur (60%) et de rares niveaux de siltstone calcareux.

L'étude pétrographique révèle que les calcaires à nodules cherteux contiennent des microlentilles silteuses d'une composition similaire à celle des laminations silteuses reconnues dans la partie occidentale de la région. Elles sont formées de grains de quartz (25%), de plagioclase (5%) et de dolomie (5%) cimentés par une sparite (65%). La silice des calcaires siliceux apparaît sous forme de microchert disséminé et/ou en grandes plages. Les gros nodules montrant une altération dolomitique sont des sparites dolomitiques avec quelques plages de chert. Ces particules de granulométrie silto-gréseuse flottent dans un matériel argileux d'aspect savonneux (64%), probablement formé d'une bentonite ou d'un shale bentonitique. Ces lits, de composition semblable aux volcanoclastites de la Formation de Shiphead, ne sont pas bioremaniés.

À la base de la formation, nous avons observé, en quelques endroits dans les calcaires, des laminations entrecroisées de 1 à 2 cm de hauteur. Près de la limite supérieure de la formation, au sud du ruisseau Burntwood, des laminations entrecroisées, silteuses, de 1 cm d'épaisseur, ont été observées. Dans ce même secteur et sur la route du lac Sainte-Anne, les strates du sommet de la formation contiennent des thorax de gros trilobites. En général, dans la Formation d'Indian Cove, les fossiles sont rares. Cependant, lorsque présente, la faune est constituée de fragments de brachiopodes et de trilobites.

L'épaisseur de la formation d'Indian Cove, varie du NW au NE, de 200 à 600 m et atteint au moins 900 m dans le sud de la région.

Grès de Gaspé (Logan, 1863)

La séquence des Calcaires supérieurs de Gaspé passe à une séquence gréseuse reconnue par Logan (1863) dans la région de Gaspé. Dans l'est de la Gaspésie, c'est une séquence à granulométrie croissante divisée en trois formations, soit les formations de York River, de Battery Point (McGerrigle, 1950) et de Malbaie (Alcock, 1935). Dans la région à l'étude, les Calcaires supérieurs de Gaspé passent aux Grès de Gaspé, par une zone de transition correspondant à la formation de York Lake, laquelle possède des éléments des unités inférieures et supérieures. Seules les formations de York Lake et de York River affleurent dans le territoire étudié.

FORMATION DE YORK LAKE (unités 5a et 5b)

Cette formation affleure bien autour de Murdochville. Ses limites inférieure et supérieure sont tracées à l'apparition d'un premier niveau gréseux (quelle que soit son épaisseur) et à la disparition des calcaires. Le contact inférieur est très bien exposé dans l'excavation du mont Copper (figure 5) et ce, malgré le métasomatisme qui altère les roches.

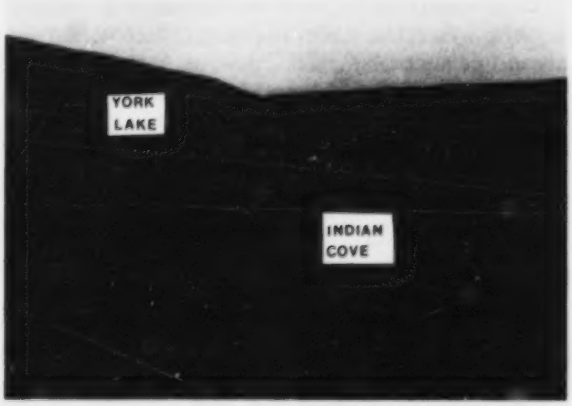


FIGURE 5 – Contact entre les formations d'Indian Cove (4a) et de York Lake (5a) dans l'excavation du mont Copper.

Cette formation comprend des mudstones calcareux ou calcaire argileux à fines laminations de grès, interstratifiés avec des calcaires siliceux, des siltstones et des grès fins.

Au nord de la région, ces strates sont groupées en bandes dont certaines sont constituées principalement de lits terrigènes (unité 5a) et d'autres, principalement formées de lits calcaires (unité 5b). L'épaisseur de ces bandes se calcule en centaines de mètres. Au sud de la région, la rareté des affleurements nous empêche de grouper les strates.

Les calcaires argileux sont des micrites un peu dolomitiques, laminées de grès fin très quartzeux. Les calcaires siliceux se confondent avec ceux de la Formation d'Indian Cove. Seule la rareté des gros nodules dolomitiques les distinguent.

Les siltstones et les grès observés dans cette formation sont des arénites quartziques calcareuses. Leur fraction terrigène est presqu'entièrement constituée de quartz (95%). On y observe aussi quelques grains de plagioclase et de mica (5%). Leur ciment est constitué de microsparite et/ou de sparite.

Les strates calcaires et terrigènes de la Formation de York Lake contiennent beaucoup plus de fossiles et de structures sédimentaires que celles des autres unités décrites précédemment. On y reconnaît des brachiopodes et des trilobites, de même que des laminations argilo-silteuses, parallèles et entrecroisées (1cm de hauteur), comme dans les autres unités, mais en plus grand nombre.

La Formation de York Lake montre des épaisseurs d'environ 900 m au nord de la région et de 1100 m au sud.

FORMATION DE YORK RIVER (unité 6)

Ces strates, qui terminent la séquence sédimentaire de la région, ont été reconnues dans le coeur du synclinal de Bonnécamp. La limite inférieure est tracée à l'endroit de la disparition des lits de calcaire. La Formation de York River est ici constituée de bancs de mudstone (50%) interstratifiés de siltstone (20%) et de grès gris verdâtre (30%).

Les grès dont l'épaisseur des lits varie de 1 à 20 cm sont des arénites quartzo-feldspathiques, à grain fin et moyen et à ciment dolomitique. Les siltstones se présentent en lits minces de 1 à 3 cm d'épaisseur ; il ont une composition semblable à celle des grès. Les mudstones sont bruns et se présentent en bancs de 1 cm à 1 m. L'observation pétrographique a révélé qu'ils contenaient des microlentilles de calcaire siliceux. Dans la région, toutes ces roches sont imparfaitement laminées et ne contiennent pas de laminations entrecroisées ; elles contiennent cependant de nombreux fragments de brachiopodes.

Comme mentionné par McGerrigle (1950), la base de la Formation de York River ne se distingue pas facilement des bandes terrigènes de la « série » de York Lake ; les grès y sont cependant plus grossiers et les mudstones particulièrement communs.

Roches intrusives

DIABASES ET FELSITES (unités 7 et 8)

Des plutons, des dykes et des filons-couches de felsite porphyrique et de gabbro diabasique ont été observés, traversant chacune des formations décrites précédemment, à l'exception de la Formation de York River.

Une équipe de l'IREM, sous la direction du professeur Guy Valiquette, étudie plus spécifiquement ces roches (Valiquette, 1985). Les résultats d'analyses devraient permettre de définir avec précision leur composition. Nous ne présentons ici qu'une description sommaire.

C'est autour de Murdochville que se concentrent les plutons et les dykes de composition felsique, à l'exception d'un dyke situé près de l'intersection de la rivière Bonaventure et de la route du lac Sainte-Anne, et de deux plutons constituant le mont Brown et la colline située entre la rivière des Béland et le ruisseau Burntwood. L'examen pétrographique indique que ces roches ont une texture microlithique ou intersertale et porphyrique. Elles sont principalement composées de plagioclases (An_{45} à An_{55} ; méthode de Michel Lévy) et sont légèrement quartzeuses.

Sur le versant nord du mont Brown, un bloc de brèche contenant des fragments de mudstone, de siltstone, de calcaire siliceux et de diabase a été observé ; son ciment est constitué de sparite et de marbre. Cette brèche, dont les fragments ont une dimension maximale de 15 cm, peut avoir été produite par l'emplacement de l'intrusion du mont Brown, ou par une faille.

Les diabases (dyke ou filon-couche) qui se retrouvent surtout dans l'ouest de la région, mais aussi autour de Murdochville (figure 6) et au sud du territoire, ont une largeur moyenne de 1 à 2 m. Elles sont toutes feldspathiques (An_{35} à An_{45} ; méthode de Michel Lévy), damouritisées et contiennent des textures variées, soit ophitique grossière, moyenne et fine, soit microlithique amygdalaire. Les amygdales sont constituées de calcite et localement de quartz, au centre. Entre les feldspaths, nous avons reconnu de l'augite, de la chlorite, des sphènes, de l'hématite et de la pyrite. Les analyses chimiques montrent qu'en général les diabases sont pauvres en potassium et riches en fer (Annexe).

FIGURE 6 – Dyke de diabase traversant les strates de la Formation d'Indian Cove (unité 4a) sur la route entre les haldes de déchets chimiques et le mont de l'Aiguille, au sud de Murdochville.

L'âge et la chronologie des intrusions ne sont pas connus. Nous savons seulement qu'elles sont d'âge Post-Dévonien inférieur.

Les roches siluro-dévoniennes de la région de Bonnécamp n'ont subi qu'une seule phase de déformation : l'orogénie acadienne du Dévonien supérieur. Un seul clivage (S_1) a été observé et tous les indices de polarité sédimentaire présentent des strates en position normale.

Les plis sont ouverts, légèrement déjetés vers le nord et orientés NE-SW. Une série de failles, peu importantes et pour la plupart normales, recoupent ces plis.

Les principaux plis, nommés par McGerrigle (1959), sont les synclinaux de Champou et de Bonnécamp et l'anticlinal de Béland. Les traces axiales de ces plis ont une direction moyenne de 064° (figure 7a). Le diagramme

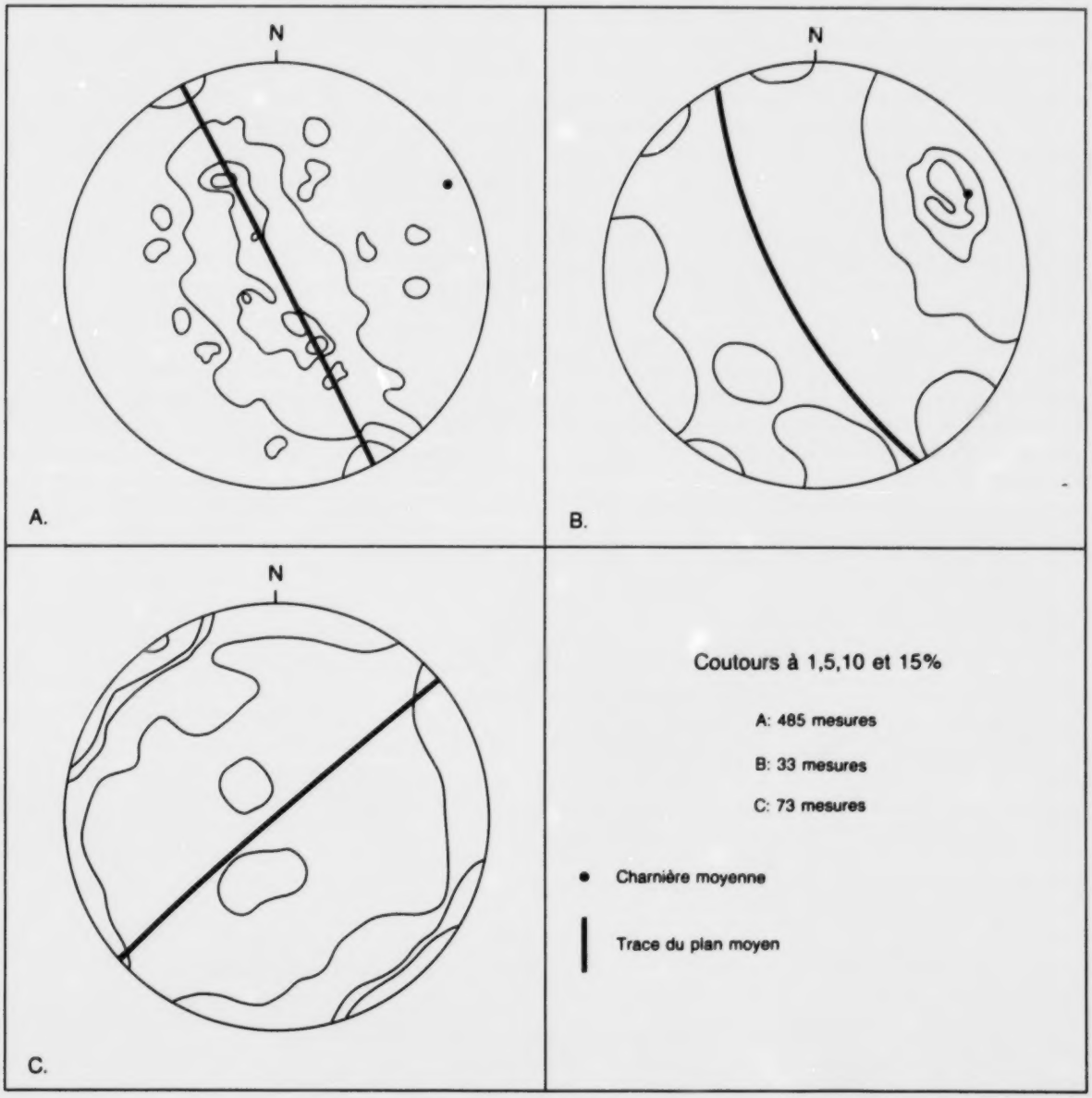


FIGURE 7 – Diagrammes statistiques pour l'ensemble de la région.
A – Pôles de stratifications S_0 B – Charnières de plis mineurs C – Pôles de clivages S_1

statistique des directions et pendages des stratifications S_0 montre que les charnières plongent en moyenne de 03° vers le SW. Mais en réalité ces plis plongent faiblement vers le NE ou le SW.

Des plis mineurs, principalement observés au sud de Murdochville, ont une orientation moyenne des charnières de 062/16° ; leur direction est équivalente à celle des plis majeurs (figure 7b).

Un clivage S_1 moyen de 229/89° (figure 7c) est associé à cette phase de déformation. Les diagrammes statistiques présentent des distributions en amas (Rn < 0,8 ; méthode de Fisher) et une seule phase de déformation.

Le nez du synclinal de Champou apparaît au nord-est de la région. Il est faillé, se répète vers l'ouest, et semble recouvrir la partie du synclinal de Bonnécamp située à l'est de la route 198. Le synclinal de Champou est suivi au sud par l'anticlinal de Béland et par un autre synclinal au sud du mont Brown, lequel est appelé synclinal du mont Brown.

Des plis mineurs se retrouvent entre le synclinal de Champou et celui de Bonnécamp, c'est-à-dire entre le lac Adam et la route 198, au sud du synclinal de Champou et au sud du nez du synclinal du mont Brown.

Les failles normales, dont seulement quelques-unes ont été observées sur le terrain, sont le résultat d'interprétations stratigraphiques et de linéaments photointerprétés. Elles ont une orientation générale N-S et affectent tout particulièrement les secteurs ayant subi l'intrusion de plutons, de dykes ou de filon-couches, soit la région immédiate de Murdochville, la région du mont Brown et le secteur entre la route du lac Sainte-Anne et le ruisseau Burntwood. Autour de Murdochville et du mont Brown, elles forment des patrons de horst et graben. Entre la route du lac Sainte-Anne et le ruisseau Burntwood, les failles normales sont en échelon et forment un réseau radial. Cette relation porte à croire que ces failles normales, qui semblent mineures, auraient été causées par les intrusions. Cette hypothèse n'est cependant pas valable dans la région du mont Brown, où elles recoupent les intrusions.

Quelques failles de décrochement affectent aussi la région avec une orientation générale E-W. Elles ont été interprétées au centre de la région, au nord et au sud du mont Béland ; nous les avons aussi observées au sud de Murdochville, sur la route entre les haldes de déchets chimiques et le mont de l'Aiguille. Les failles décrochantes observées au sud de Murdochville constituent une zone de plis faillés, à l'échelle de l'affleurement, marquant une imbrication vers le sud. C'est un patron structural qui peut refléter celui de la région, malgré la densité des éléments qui va à l'encontre du style régional, ouvert. La figure 8 montre que le flanc de l'anticlinal de Béland est disloqué par une faille décrochante et forme ainsi un pli faillé, ouvert.

En résumé, dans la région de Bonnécamp les strates siluro-dévoniennes ont subi les déformations associées à l'orogénie acadienne, de même qu'une période d'intrusions. Les plis, tout comme le clivage, sont tous orientés NE-SW. Les mouvements acadiens sont probablement aussi responsables de certaines failles de décrochement au centre et au sud-ouest de la région. Des failles normales, d'âge inconnu, recoupent les plis majeurs.

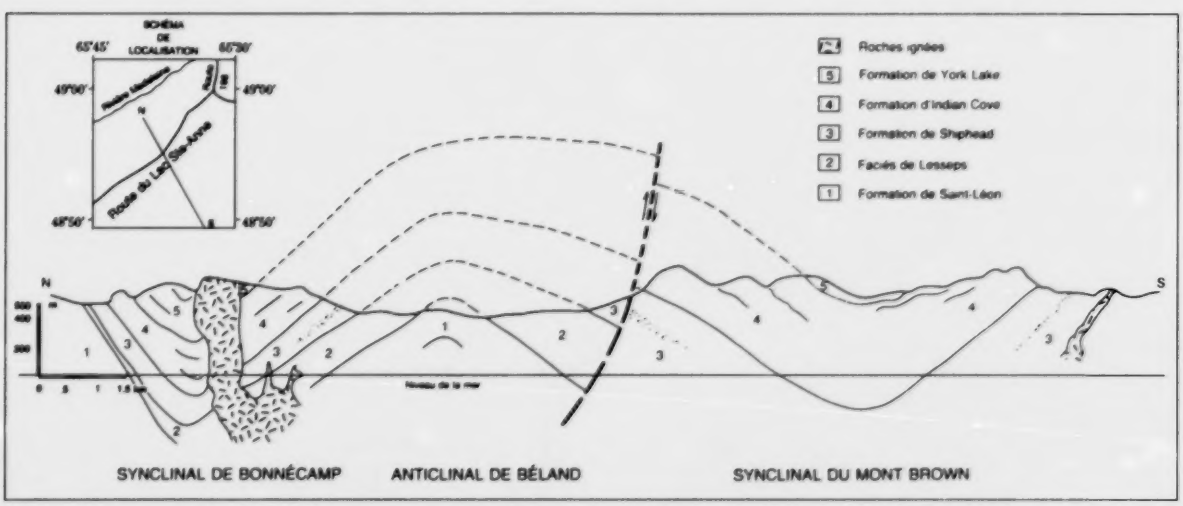


FIGURE 8 – Coupe structurale au centre de la région de Bonnécamp.

Paléogéographie et milieux de dépôt

Les études sédimentologiques traitant de cette séquence sont rares. Lespérance (1980a) a démontré, dans la partie est de la Gaspésie, que les Calcaires supérieurs de Gaspé ont été accumulés sur une plate-forme calcaire d'eau profonde. Il suggère une faune non préservée, abondante en étendue (si ce n'est en nombre), en attribuant aux éponges siliceuses la source des nodules de chert de la Formation d'Indian Cove. Amyot (1985) préconise une subsidence différentielle suivie d'une régression marine pour expliquer la succession paléogéographique du Siluro-Dévonien de l'est de la Gaspésie.

La succession paléogéographique du Siluro-Dévonien de l'est de la Gaspésie débute par une sédimentation terrigène d'eau peu profonde associée au sommet du Groupe de Chaleurs, soit aux formations de West Point et d'Indian Point. Celles-ci ont été interprétées comme un complexe récifal (Bourque, 1975) enseveli par une sédimentation de plate-forme siliciclastique d'eau peu profonde (Amyot, 1985). Cette succession se poursuit avec la sédimentation calcaire d'eau profonde des Calcaires supérieurs de Gaspé (Lespérance, 1980a), laquelle est recouverte des sédiments intercotidaux et continentaux formant les Grès de Gaspé (Mason, 1971 et Sikander, 1978).

La séquence stratigraphique reconnue dans la région de Bonnécamp représente une sédimentation cyclique, terrigène-carbonatée-terrigène, différente de la séquence située plus à l'est, puisque la Formation de Forillon, calcareuse (Lespérance, 1980a), est remplacée par le faciès de Lesseps, argileux (Rouillard, 1984a).

La faune fossile préservée est rare. Elle est principalement constituée de brachiopodes et de trilobites, sauf pour quelques niveaux détritiques à l'intérieur de la Formation de Shiphead.

Des laminations parallèles et entrecroisées, des microlentilles silteuses et des traces fossiles sont les seules macrostructures sédimentaires observées dans les roches siluro-dévoniennes de la région de Bonnécamp.

Dans la région étudiée, les Calcaires supérieurs de Gaspé sont composés de boue calcaire, dont la faune préservée, assez restreinte, et les macrostructures sédimentaires peu nombreuses, témoignent d'un milieu de sédimentation calme. Le modèle d'une plate-forme, tel que proposé par Wilson (1969) et suggéré par Lespérance (1980a) pour les Calcaires supérieurs de Gaspé, est donc conséquent. Par contre, s'il explique assez bien la présence de spicules siliceuses et donc de chert diagenétique, ce modèle explique mal l'afflux terrigène de la Formation de Shiphead (roches argileuses et détritiques) et du faciès de Lesseps (roches argileuses, renfermant de la matière organique), dans le canton de Bonnécamp. Comme les boues calcaires ne dominent plus la séquence, le modèle d'une plate-forme calcaire d'eau profonde, tel que proposé par Lespérance (1980a) pour la séquence plus à l'est, ne serait applicable qu'à la Formation d'Indian Cove. Les sédiments de la séquence reconnue dans le canton de Bonnécamp (figure 2) nécessitent aussi une source détritique terrigène.

Entre les formations de West Point, de Laforce ou de Sayabec et les Grès de Gaspé, nous sommes en présence d'une sédimentation terrigène fine, interrompue de calcaire siliceux et argileux très fin. De plus, les calcaires observés dans la séquence de Bonnécamp, contiennent des microlentilles silteuses. Toutes ces roches réflètent un milieu calme. Le milieu de dépôt des strates de la région de Bonnécamp serait donc plus près du continent que celui de la séquence étudiée par Lespérance (1980a et b).

Dans la région de Bonnécamp, on peut penser que les siltstones de la Formation de Saint-Léon et/ou d'Indian Point et les mudstones du faciès de Lesseps forment un ensemble. De plus, les strates attribuées à la Formation de Shiphead sont transitionnelles vers les calcaires de la Formation d'Indian Cove qui eux, se corrèlent bien avec les Calcaires supérieurs de Gaspé. On peut aussi imaginer que le faciès de Lesseps (Rouillard, 1984a) est l'équivalent de la partie inférieure de la Formation de Forillon telle qu'observée par Amyot (1985) et que la partie supérieure y est simplement absente.

Métasomatisme et géologie économique

Les intrusions de la région de Murdochville sont entourées d'une auréole métamorphique impliquant un métasomatisme. La progression métamorphique est marquée par l'apparition successive de phlogopite, trémolite, diopside et grenat grossulaire, de même que par l'altération de la pyrite diagenétique en pyrrhotine. La formation du diopside est accompagnée par la destruction de la pyrrhotine et du matériel carbonaté et par un blanchiment des roches (Allcock, 1982). Les calcaires deviennent alors marbrés et les grès granuleux.

Autour des monts Copper, Porphyre et de l'Aiguille, le métamorphisme a été plus intense ; le diopside et le grenat grossulaire ont été remplacés par des pyroxènes et des grenats plus foncés (Allcock, 1982). Les calcaires sont devenus des skarns et les grès des cornéennes.

A Murdochville, la minéralisation est de deux types : une première minéralisation est associée aux skarns et aux minéraux métamorphiques, alors qu'une seconde minéralisation est associée à un système de fractures et de failles. Le cuivre, le molybdène et l'argent sont les métaux intéressants de la mine.

Malgré les changements lithologiques causés par le métasomatisme, les formations de Shiphead, d'Indian Cove et de York Lake, présentes dans l'auréole de métamorphisme de Murdochville, sont facilement reconnaissables. Les caractères distinctifs de chacune de ces formations sont préservés, c'est-à-dire : les mudstones fortement bioremaniés de la Formation de Shiphead ; les gros nodules dolomitiques de la Formation d'Indian Cove ; et l'alternance de niveaux de grès et de calcaire de la Formation de York Lake.

Au nord de l'intrusion du mont Brown et au SW du ruisseau Burntwood, autour de certains dykes et filons-couches de diabase, nous avons reconnu, à l'intérieur des formations de Shiphead et d'Indian Cove, des textures marbrées et granulaires, ainsi que des traces de diopside, indiquant la présence d'une auréole de métamorphisme du même type que celle de Murdochville.

En lames minces, les roches marbrées sont des microcherts avec des plages calcareuses plus ou moins grandes. On constate que les échantillons moins calcareux contiennent un peu de diopside. Avec l'augmentation de la quantité de diopside, on observe l'apparition d'aiguilles carbonatées. Ces aiguilles, qui ont été observées dans l'excavation du mont Copper et dans les tranchées de SOQUEM, au nord-est du mont Brown, sont probablement composées d'un minéral intermédiaire apparu pendant la dégradation des carbonates et la formation du diopside. Les grès granuleux qu'on retrouve au nord du mont Brown sont des grès dont le ciment orginalement carbonaté a été métamorphisé en microchert.

Le faible métasomatisme, reconnu au NE du mont Brown et au SW du ruisseau Burntwood, est associé à des traces de minéralisation en pyrite et en chalcopyrite. Des traces de pyrite et de chalcopyrite ont également été observées à plusieurs endroits dont : à proximité de la faille inverse située au sud du mont Béland ; au voisinage de dykes ou de filons-couches diabasiques et felsiques situés sur la route entre les haldes de déchets chimiques et le mont de l'Aiguille ; dans les ruisseaux Alcide et Burntwood ; à l'est du mont Béland ; et à l'extrémité SE de la région. Ces minéralisations apparaissent sans changement minéralogique de la roche encaissante.

En résumé, la minéralisation des Mines Gaspé est associée au métamorphisme, aux fractures et aux failles. Ailleurs dans la région, les traces de minéralisation sont peu importantes et reliées au métamorphisme, aux failles et aux dykes et filons-couche de composition felsique et diabasique.

Conclusions

1. Les strates dévoniennes et siluriennes de la région de Bonnécamp peuvent être divisées en six unités dont cinq correspondent, du point de vue lithologique, aux formations décrites plus à l'est. La Formation de Forillon est l'exception ; elle est remplacée par le faciès de Lesseps (Rouillard, 1984a), formant une unité de mudstone foncé plus ou moins calcareux.
2. Les plis majeurs et mineurs sont à double plongement et tous orientés NE-SW. Ils ont été légèrement chevauchés vers le sud et résultent de l'orogénie acadienne.
3. Une série de failles normales avec une orientation générale N-S disloquent les plis majeurs. Elles semblent reliées aux intrusions.
4. Dans son ensemble, la séquence sédimentaire de la région de Bonnécamp, représente une sédimentation terrigène interrompue de niveaux carbonatés. Son milieu de dépôt semble moins profond que celui de la séquence, stratigraphiquement équivalente, située plus à l'est.
5. L'intrusion de plutons, de dykes et de filons-couches a produit un métasomatisme local. Autour de Murdochville, une minéralisation importante est associée à la fois à ce métasomatisme et à un réseau de fractures et de failles. Ailleurs dans la région, les minéralisations de surface se résument à des traces.

Références

ALCOCK, F.J., 1935 – Géologie de la région de la baie des Chaleurs. Commission géologique du Canada, mémoire 183 ; 165 p.

ALLCOCK, J.B., 1982 – Skarn and porphyry copper mineralization at Mines Gaspé, Murdochville, Québec. Economic Geology ; vol. 77, pp. 971-999.

AMYOT, G., 1984 – Région de Bonnécamp. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec ; DP 83-37.

——— 1985 – Lithostratigraphie de sous-surface de l'est de la Gaspésie ; Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec ; ET 83-11.

BOURQUE, P.A., 1975 – Lithostratigraphic framework and unified nomenclature for Silurian and basal Devonian rocks in eastern Gaspé peninsula, Québec. Canadian Journal of Earth Sciences ; vol. 12, pp. 858-872.

——— 1977 – Le Silurien et le Dévonien basal du nord-est de la Gaspésie. Ministère des Richesses naturelles du Québec ; ES 29

BRUMMER, J., 1966 – Northwest quarter of Holland township, Gaspé North county,Québec. Ministère des Richesses naturelles du Québec ; RG 125.

JONES, I.W., 1931 – La région de la carte de Bonnécamp, Gaspésie, dans : Rapport annuel du Service des Mines du Québec pour l'année 1931, partie C.

——— 1936 – Région de la partie supérieure de la rivière York, péninsule de Gaspé. Service des Mines du Québec ; rapport annuel 1935.

LACHAMBRE, G., 1986 – Les gisements de calcaire de l'est du Québec. Région de la rivière Madeleine. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec ; ET 83-12.

LESPÉRANCE, P.J., 1980a – Calcaires supérieurs de Gaspé : les aires types et le prolongement ouest. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec ; DPV 595.

——— 1980b – Les Calcaires supérieurs de Gaspé (Dévonien inférieur) dans le nord-est de la Gaspésie. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec ; DPV 751.

LOGAN, W.E., 1863 – Geology of Canada. Geological Survey of Canada ; annual report series.

MASON, G.D., 1971 – A stratigraphic and paleoenvironmental study of the Upper Gaspé Limestone and Lower Gaspé Sandstone Groups (lower Devonian) of eastern Gaspé peninsula, Québec. Carleton University ; Ph. D. thesis.

McGERRIGLE, H.W., 1950 – La géologie de l'est de Gaspé. Ministère des Mines du Québec ; RG 35.

——— 1959 – Madeleine River Area. Dept. of mines, Québec ; RG 77.

MORIN, R., 1985 – Géologie et forages stratigraphiques, mont Vallières-de-Saint-Réal. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec ; ET 83-10.

RHEAULT, M., 1984 – Carte annotée de la région de Murdochville. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec ; DP 83-38.

——— EN PRÉPARATION – Région de Murdochville. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec ; ET 85-06.

ROUILLARD, M., 1984a – Les Calcaires supérieurs de Gaspé entre Murdochville et le ruisseau Lesseps. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec ; DP 84-12.

——— 1984b – Les Calcaires supérieurs de Gaspé dans les cantons de Lesseps, Lemieux et Richard. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec ; DP 84-14.

RUSSEL, L.S., 1946 – Rapport préliminaire sur la stratigraphie des séries de calcaire de Gaspé, péninsule de Forillon. Ministère des Mines du Québec ; RP 195.

——— 1976 – Gaspé Limestone Series, Forillon peninsula. Ministère des Richesses naturelles du Québec ; DPV 347.

SIKANDER, A.H., 1978 – The Gaspé sandstone, eastern Gaspé. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec ; Direction générale de l'Énergie ; GM 33690.

SKIDMORE, W.B., 1967 – Péninsule de Gaspé. Ministère des Richesses naturelles du Québec ; carte géologique 1642.

VALIQUETTE, G., 1985 – Évaluation du potentiel minéral dans les régions de lac Sainte-Anne-rivière Cascapédia et lac Madeleine-lac Adam, Gaspésie. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec ; MB 84-24.

WILSON, J.L., 1969 – Microfacies and sedimentary structures in « deeper water » lime mudstone in Depositionnal environments in carbonate rocks. SEPM ; special publication no. 14, pp. 4-19.

Annexe

TABLEAU 1A : Résultats des analyses chimiques de diabases.

No. d'affleurement	SiO_2 %	Al_2O_3 %	MgO %	CaO %	Na_2O %	K_2O %	TiO_2 %	P_2O_5 %	MnO %	S %	Fe_2O_3 %	PAF* %
83-0057	45,5	15,4	6,65	8,05	3,28	0,78	2,40	0,42	0,19	0,15	12,7	3,73
83-0067	41,4	15,9	5,47	9,18	3,53	0,29	3,22	0,57	0,08	0,13	10,8	8,02
83-0112	42,8	13,3	6,41	9,93	2,71	0,97	1,28	0,15	0,06	1,01	8,33	12,4
83-0149	45,7	16,7	7,23	7,98	3,28	0,65	1,71	0,16	0,21	0,11	11,2	4,17
83-0149	50,5	15,5	6,01	6,89	4,45	1,12	1,76	0,28	0,22	0,05	9,81	2,98
83-0149	47,9	16,6	8,76	5,53	3,21	1,71	1,55	0,17	0,26	0,01	10,3	3,39
83-0157	47,6	16,5	5,12	7,15	2,35	0,23	2,03	0,24	0,07	0,09	12,5	5,66
83-0165	45,9	16,2	6,58	8,38	3,63	0,53	1,81	0,20	0,19	0,17	11,3	4,26
83-0205	65,8	14,8	3,93	0,29	4,26	2,52	0,63	0,17	0,02	0,01	3,61	3,02
83-0247	40,0	15,7	4,95	8,34	4,33	0,27	2,34	0,29	0,12	0,08	11,7	10,3
83-0310	45,0	15,9	5,17	7,22	2,62	0,37	2,83	0,47	0,13	0,23	13,7	5,22
83-0312	42,4	15,3	6,40	6,43	3,48	0,57	2,19	0,29	0,16	0,02	12,4	8,34
83-0326	46,8	16,8	5,58	6,94	2,65	0,49	2,32	0,39	0,09	0,36	12,1	5,07
83-0326	56,3	15,2	2,80	2,36	5,37	1,91	1,72	0,22	0,16	0,01	8,90	2,61
83-0328	56,8	14,7	4,11	4,66	6,19	1,07	1,30	0,17	0,10	0,01	8,64	1,99
83-0330	50,4	16,2	6,32	6,45	4,08	1,27	1,16	0,10	0,14	0,01	8,20	3,37
83-1211	54,1	16,5	2,20	3,46	5,03	3,24	2,04	0,66	0,19	0,01	9,02	2,14
83-1329	49,4	14,1	5,92	6,64	2,68	2,50	0,35	0,15	0,04	0,03	12,9	4,34
83-1333	45,4	16,4	6,95	7,44	2,43	0,37	1,70	0,16	0,12	0,05	11,1	6,96

*perte au feu

TABLEAU 1B : Localisation des affleurements de diabase analysés.

No d'affleurement	UTM- est	UTM-nord
83-0057	302250	5414600
83-0067	312350	5425150
83-0112	306000	5422800
83-0149	303300	5420500
83-0157	304100	5421400
83-0165	303300	5420850
83-0205	300450	5413500
83-0247	316700	5421850
83-0310	302700	5419300
83-0312	302400	5419150
83-0326	304550	5416500
83-0328	303450	5415950
83-0330	302800	5415650
83-1211	300600	5419400
83-1329	304850	5420650
83-1333	301150	5417900

MAPS
NOT
FILMED

CARTES
OMISES